

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-261730

(43)Date of publication of application : 11.10.1996

(51)Int.Cl.

G01B 11/16  
G01B 11/00

(21)Application number : 07-062303

(71)Applicant : SHIMADZU CORP

(22)Date of filing : 22.03.1995

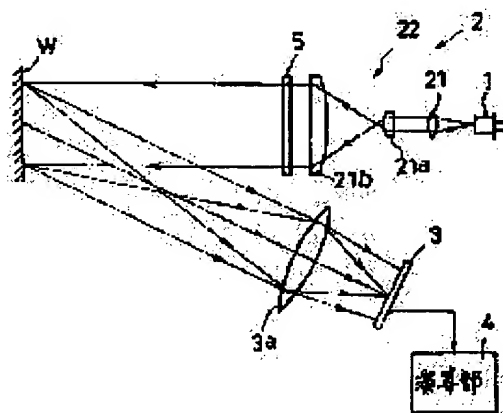
(72)Inventor : KAMEGAWA MASAYUKI

## (54) NON-CONTACT DISPLACEMENT METER

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To provide a low-cost non-contact displacement meter which can irradiate a sample to be measured with a laser beam having a uniform intensity in a wide range with a simple structure without increasing the number of laser beam sources without reducing the utilization efficiency of the laser beam and has high performance with a wide measuring range.

**CONSTITUTION:** A beam attenuation filter 5 having a reverse space light transmittance to a space intensity distribution of a laser beam via an optical system 2 is interposed between the system 2 for broadening the beam and a sample W to be measured to provide a uniform intensity distribution in the beam directed toward the sample W to be measured, and the output of an image sensor 3 for receiving the scattered light from the sample W to be measured is set to the signal for representing a speckle pattern based on sufficient contrast in all channels.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than

Best Available Copy

the examiner's decision of rejection or  
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-261730

(43) 公開日 平成8年(1996)10月11日

(51) IntCl.<sup>6</sup>

G 0 1 B 11/16  
11/00

識別記号

庁内整理番号

F I

G 0 1 B 11/16  
11/00

技術表示箇所

G  
G

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号

特願平7-62303

(22) 出願日

平成7年(1995)3月22日

(71) 出願人 000001993

株式会社島津製作所

京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地

(72) 発明者 亀川 正之

京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地

株式会社島津製作所三条工場内

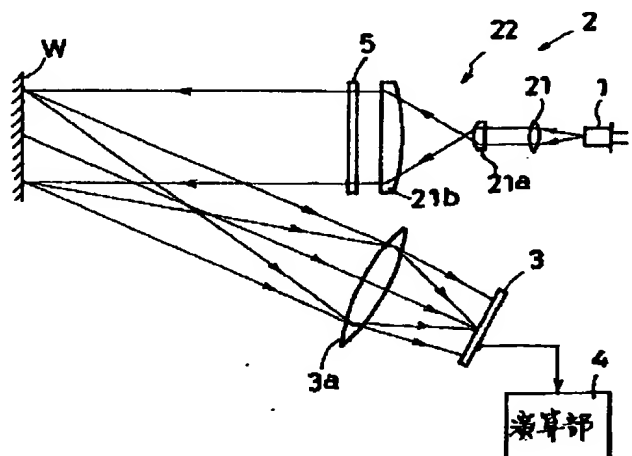
(74) 代理人 弁理士 西田 新

(54) 【発明の名称】 非接触変位計

(57) 【要約】

【目的】 レーザ光の利用効率を低下させることなく、レーザ光源数を増やすことなく、簡単な構成のもとに広い範囲にわたって均一な強度のレーザ光を被測定試料に照射することができ、安価で広い測定範囲を持つ高性能の非接触変位計を提供する。

【構成】 レーザ光を広げるための光学系2と被測定試料Wとの間に、光学系2を経たレーザ光が持つ空間強度分布と逆の空間的な光透過率分布を持つ減光フィルタ5を介在させることで、被測定試料Wに向かうレーザ光を一樣な強度分布を持つものとし、被測定試料Wからの散乱光を受光するイメージセンサ3の出力を、全チャンネルにわたり十分なコントラストのもとにスペckルパターンを表す信号とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 レーザ光源からの出力光を所定の広がりを持たせた状態で被測定試料の表面に照射するための光学系と、そのレーザ光の被測定試料表面からの散乱光を受光するイメージセンサと、そのイメージセンサからの出力を用いて、散乱光に含まれるスペックルパターンの刻々の移動量を算出することにより被測定試料の変位情報を得る演算手段を備えた変位計において、上記光学系と被測定試料表面との間に、当該光学系を経た光の空間強度分布と逆の空間的な光透過率分布を持つ減光フィルタが設けられていることを特徴とする非接触変位計。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、被測定試料にレーザ光を照射して得られるスペックルパターンを利用して、非接触のもとに被測定試料の変位情報を得る変位計に関する。なお、本発明で言う変位情報とは、被測定試料の1点における変位情報のほかに、例えば材料試験機等における試験片の伸び等、被測定試料の2点での変位量に基づく伸縮量等、更に、多点の変位量に基づく歪分布情報をも含む。

## 【0002】

【従来の技術】 被測定試料の表面にレーザ光を照射して得られるスペックルパターンを利用して、その試料の変位情報（変位あるいは伸び等）を非接触のもとに測定する方法が知られている。

【0003】 このスペックルパターンを利用して変位情報を得る場合、基本的には、被測定試料表面からのレーザ光の散乱光をイメージセンサによって光電変換してスペックルパターンに応じた電気信号を刻々と得るとともに、その刻々の信号の相互相関関数を求めることにより、スペックルパターンの移動量を求め、そのスペックルパターンの移動量から試料の変位情報を得る。

【0004】 また、スペックルパターンを利用した測定原理を用いて、被測定試料の2箇所におけるスペックルパターンの移動量を求めるとともに、その差を算出すると、その2箇所間における被測定試料の伸びまたは縮み量を求めることができ、例えば材料試験機の試験片の伸びの測定等にも適用することができる。

【0005】 ところで、以上の応用例のように、例えば材料試験機における試験片の伸びを測定する場合、「伸び」とは、試験片に当初に設定した2つの標点間の距離が、試験後ないしは試験の進行に伴ってどのように変化したかを表す率であるため、伸びの測定に際しては、試験片に当初に設定した2つの観察点（標点）を、試験片の変形に応じて追尾していく必要がある。このような標点を追尾する方式として、本発明は既に、レーザ光の各照射位置を、各観察点（標点）の移動量の計測結果に基づいて段階的に変化させていく方式と、レーザ光源からのレーザ光をシリンダリカルレンズ等の光学系を用いて

試験片の伸び方向に1次元状に広げ、被測定試料に対してライン状のレーザ光を照射するとともに、そのライン状の照射領域からの散乱光を1次元イメージセンサで受光し、そのイメージセンサの各チャンネルの出力のうち、試験片表面において互いに所定距離だけ離れた2箇所に対応する各複数チャンネル分の出力を観察点（標点）データとして採用するとともに、その各観察点（標点）データに基づく各観察点（標点）の移動量の計測結果に基づいて、観察点（標点）データとして採用するチャンネルを段階的に変化させていく方式を提案している。

【0006】 このような各提案のうち、後者の提案は、レーザ光の照射位置を追尾させることなく、データの演算上で観察点（標点）を追尾することから、前者の提案に比して、レーザ光の照射位置を変化させるためのメカニズムが不要であるが故にコスト的に有利であるとともに、追尾用のメカニズムの動作の誤差に起因する測定誤差が生じないという利点がある。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、上記した例のように、被測定試料の表面へのレーザ光の照射領域をスポット状とせずにライン状、あるいは面状等にする場合には、レーザ光源からの出力光をレンズ等の光学系によって所望するビーム断面形状に広げる必要がある。この場合、レーザからの出力光は、一般に光軸を中心としてガウス分布をしているため、光学系により広げられたビームにもこれに準じて空間的な強度分布が生じる。この強度の差は、ビームを広げれば広げるほど顕著となる。

【0008】 図6は、半導体レーザ61からの出力光をコリメータレンズ62および2つのシリンダリカルレンズ63a、63bからなるビームエキスパンダ63によってライン状に広げて被測定試料Wの表面に照射したときの照射光の強度分布の説明図で、照射光の空間強度分布は、半導体レーザ61からの出力光の強度分布に準じて、その光軸を中心としたガウス分布となり、広い領域にわたって均一な照射光強度が得られない。そのため、被測定試料Wの表面による散乱光も照射光の強度分布に準じた分布を持つことになり、そこに含まれるスペックルパターンも均一な強度分布を持たない。このような散乱光を1次元イメージセンサで検出すると、その出力は、図7に例示するうように、端部のチャンネルの信号にある程度のコントラストを得るべく照射光強度を設定すると、中央部のチャンネルにおいて入射光強度が強すぎて飽和してしまい、逆に中央部の飽和をなくそうとすれば、端部の信号が微弱となって良好なスペックルパターンデータを得ることができなくなる。

【0009】 このような問題を解決するためには、例えば図8に示すように、半導体レーザ81からの出力光のうち、光軸を中心とする、強度分布の少ない光のみを用

3

いて照射光を形成するか、あるいは、図9に示すように、複数の半導体レーザ91およびこれらに専用の光学系92を照射光の広がり方向に並べて、個々の半導体レーザの出力光をあまり広げることなく、各出力光をつなぎあわせて全体として長いライン状のビームとして被測定試料に照射すればよい。しかし、前者の方法では、レーザ光の利用効率が悪く、所望の散乱光強度を得るために高パワーの半導体レーザが必要となり、安全面並びにコスト面で問題があり、また、後者の方法では、半導体レーザ並びにそれに付随する光学素子の数が増える分だけコストアップになるという問題がある。

【0010】本発明はこのような実情に鑑みてなされたもので、特にレーザ光の利用効率を悪くすることなく、また、レーザ光源の数を増やすことなく、被測定試料に対して広い範囲にわたって均一な強度のレーザ光を照射することができ、もって安価で、しかも広い測定範囲を持つ高性能の非接触変位計を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するための構成を、実施例図面である図1を参照しつつ説明すると、本発明の非接触変位計は、レーザ光源1からの出力光を所定の広がりを持たせた状態で被測定試料Wの表面に照射するための光学系2と、そのレーザ光の被測定試料Wの表面からの散乱光を受光するイメージセンサ3と、そのイメージセンサ3からの出力を用いて、散乱光に含まれるスペックルパターンの刻々の移動量を算出することにより被測定試料の変位情報を得る演算手段4を備えた変位計において、光学系2と被測定試料Wの表面との間に、この光学系2を経た光の空間強度分布と逆の空間的な光透過率分布を持つ減光フィルタ5を設けたこと

【0012】

【作用】本発明は、主としてレーザ光源1からの出力光が持つ空間強度分布に起因して発生する、光学系2を経た被測定試料Wへの照射光が持つ空間強度分布を、透過率に空間的な分布を持たせた減光フィルタ5を通過させることで解消しようとするものである。

【0013】すなわち、図3に示すように、光学系2と被測定試料Wの表面との間に、光学系2を経たレーザ光が持つ空間強度分布と逆の空間的な透過率分布を持つ減光フィルタ5を介在させて、光軸近傍の強度の高い部分については低い透過率のもとで透過させ、周辺の強度の低い部分については高い透過率のもとで透過させることによって、被測定試料Wに向かうレーザ光を均一な強度のものにすることができる。

【0014】

【実施例】図1は本発明実施例の構成を示す模式図である。レーザ光源である半導体レーザ1からの出力光は、コリメータレンズ21と、2つのシリンドリカルレンズ22a、22bによって構成されたビームエキスパンダ

4

22とからなる光学系2により、測定すべき変位方向である図中上下方向に1次元状に広げられた後、被測定試料Wの表面にライン状に照射される。この照射光の被測定試料Wの表面からの散乱光は、集光レンズ3aにより、同じく測定すべき変位方向である上下方向に沿って各チャンネルが並べられた複数チャンネルの1次元イメージセンサ3の受光面上に結像される。なお、図1においては、説明の簡単化のためにイメージセンサ3を傾斜させて図示しているが、実際にはこのイメージセンサ3は被測定試料Wの表面と平行で、かつ、その各チャンネルは測定すべき変位方向に伸びており、照射光に対しては図に直交する方向に所定の角度を開けて配置されている。

【0015】イメージセンサ3の各チャンネルからの出力は、A-D変換器を含み、かつ、コンピュータを主体とする演算部4に刻々と取り込まれる。演算部4では、イメージセンサ3の各チャンネルからの出力のうち、被測定試料Wの表面において測定すべき変位（伸び）方向に所定の距離を隔ててあらかじめ設定された2つの観察点領域に対応する各複数チャンネルずつのデータを用いて、それぞれの観察点からの刻々のデータの相互相関関数を演算することにより、各観察点のスペックルパターンの移動量を算出するとともに、その両者の移動量の差から、被測定試料Wの観察点間の伸びを算出する。また、このような測定動作中において、各観察点のスペックルパターンの移動量が規定量に達することにより、観察点として用いるチャンネルを順次その移動方向にシフトすることにより、各観察点を演算上において追尾し、この追尾を行った場合には、その追尾量についても各観察点のスペックルパターンの移動量とともに伸びの算出に供するようになっている。

【0016】さて、本発明実施例の特徴とするところは、光学系2の最終段であるシリンドリカルレンズ22bと被測定試料Wとの間に、以下に示すように位置によって透過率が変化する減光フィルタ5が設けられている点である。

【0017】すなわち、この減光フィルタ5は、図2(A)に模式的に示すように、例えばガラス基板5aの一面に金属蒸着膜5bを形成したもので、その金属蒸着膜5bは中心ほど厚く、両端に向かうほど薄くなっており、これにより、この減光フィルタ5の光透過率は同図(B)に示すように、中心ほど低く、両端ほど高くなるような分布を持っている。そして、このような透過率分布を持つ減光フィルタ5が、その中心が光学系2の光軸上に位置するように配置されている。

【0018】以上のような本発明実施例によると、図3に照射光成形系の各部における光強度分布並びに減光フィルタ5の透過率分布を示すように、光学系2によりライン状に広げられ、かつ、半導体レーザ1の出力光分布に準じて光軸を中心とするガウス分布様の強度分布を持

10

20

30

40

50

5

つレーザ光は、減光フィルタ5を通過することによって、ほぼ全領域にわたってほぼ一様な強度を持つライン状のレーザ光に変換される。その結果、被測定試料Wの表面による散乱光も空間的にほぼ一様な強度分布を持つものとなり、これを受光するイメージセンサ3の各チャンネルの出力は、図4に例示するようにベースラインがほぼ一様なものとなって、飽和等を生じることなく、全域にわたって良好なコントラストのもとにスペックルパターンを表す信号となる。

【0019】なお、減光フィルタ5の金属蒸着膜5bの厚さは、必ずしも図2に示すように滑らかに変化している必要はなく、図5(A)に示すように段階的に変化していてもよく、この場合、同図(B)に示すような光透過率分布を持つことになるが、このような光透過率分布でも、イメージセンサ3の出力の飽和をなくして全チャンネルで十分なコントラストのもとにスペックルパターンを表す信号を得る、という本発明の目的を達成することができる。このような段階的な厚さを持つ金属蒸着膜は、例えば同図(C)に示すように、ガラス基板5aから蒸着マスク100を所定距離だけ離れた状態で、基板5aの表面法線に対して所定角度傾斜した2方向から金属を蒸着すればよい。

【0020】また、以上の実施例では、被測定試料Wに対して1次元状に広げたレーザ光を照射する場合について述べたが、本発明は、2次元状に広げたレーザ光を照射する場合においても、全く同様に適用可能であることは勿論である。

【0021】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、レーザ光源からの出力光を光学系により所定の広がりを持たせた状態で被測定試料に照射して、その散乱光に含まれるスペックルパターンの移動量から被測定試料の変位情報を得る変位計において、光学系と被測定試料との間に、光学系を経た光の空間強度分布と逆の空間的な光透過率分布をもつ減光フィルタを設けることにより、広げた後のレーザ光の空間強度分布をほぼ全域にわたっ

6

て一様なものとするので、散乱光を受光するイメージセンサの出力がほぼ一様となり、全チャンネルにわたって十分なコントラストでスペックルパターンを表すことになる。その結果、簡単で安価な構成のもとに、測定範囲の広い高性能の非接触変位計が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明実施例の構成を示す模式図

【図2】その減光フィルタ5の模式的構成図(A)および光透過率分布の説明図(B)

【図3】本発明実施例の作用説明図

【図4】本発明実施例のイメージセンサ3の出力例を示すグラフ

【図5】本発明の他の実施例の減光フィルタの模式的構成図(A)、その光透過率分布の説明図(B)並びにその製造方法の例の説明図(C)

【図6】従来装置により半導体レーザの出力光を光学系でライン状に広げた場合の照射光の空間強度分布の説明図

【図7】図6の構成により得られるイメージセンサの出力例を示すグラフ

【図8】一様な空間強度分布を持つ照射光を得るための比較例の説明図

【図9】同じく一様な空間強度分布を持つ照射光を得るための他の比較例の説明図

【符号の説明】

1 半導体レーザ

2 光学系

21 コリメータレンズ

22 ビームエキスパンダ

22a, 22b シリンドリカルレンズ

3 イメージセンサ

3a 集光レンズ

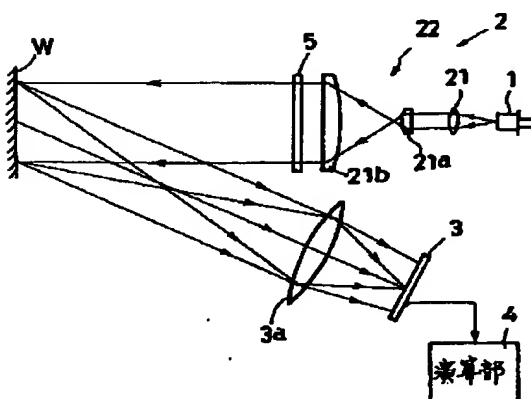
4 演算部

5 減光フィルタ

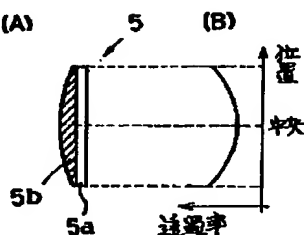
5a ガラス基板

5b 金属蒸着膜

【図1】



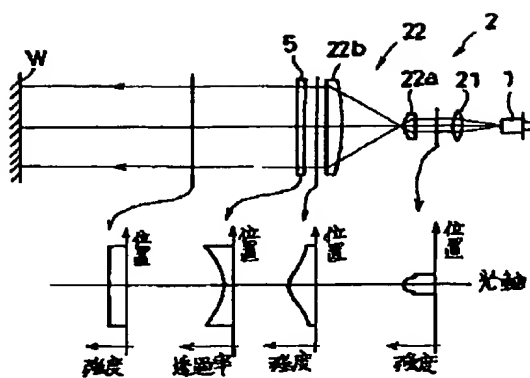
【図2】



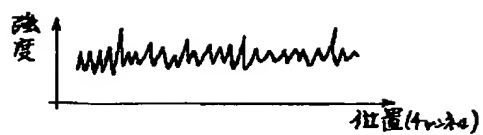
【図7】



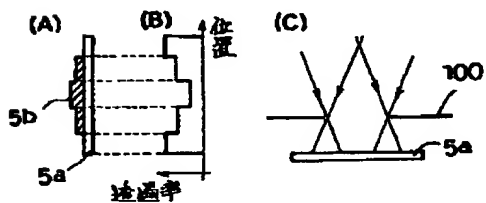
【図3】



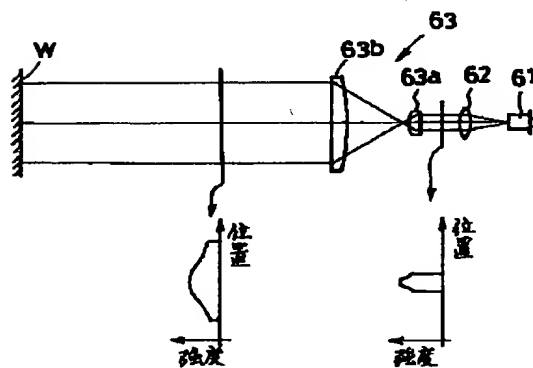
【図4】



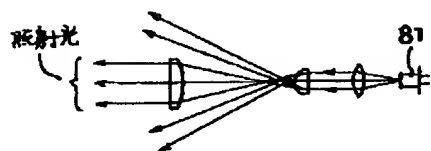
【図5】



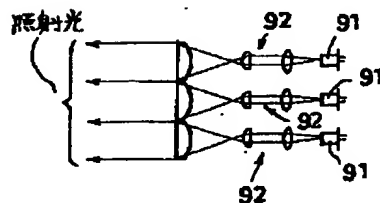
【図6】



【図8】



【図9】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**